

## Az őszi búza tápelemarányainak változása a tenyészidő folyamán

KÁDÁR IMRE és LÁSZTITY BORIVÓJ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Az elmúlt évek során hazánkban is egyre aktuálisabbá vált a műtrágyázási szaktanácsadás rendszerének továbbfejlesztése és a növényanalízis módszerének adaptálása a műtrágyaigény pontosítása, valamint a talajtermékenység folyamatos kontrollja céljából. A gyakorlati növénytáplálás, a szaktanácsadás ugyanis egyre összetettebbé válik, a hagyományos agrokémiai módszerek (talajvizsgálat, szabadföldi kísérlet, táblatorzskönyvi adatok elemzése stb.) egyike sem képes önmagában a megnövekedett igények kielégítésére. A növényanalízis fiziológiai módszer, amennyiben magát a növényt kérdezzük és annak ásványi tápelemtartalmából vonunk le következtetéseket az illető növény tápláltsági állapotára, ezen keresztül a talaj tápanyag-ellátottságára és a trágyaigényre. A növényelemzés módszerében rejlő lehetőségeket, valamint e módszer korlátait korábban már áttekintettük (KÁDÁR [9], ELEK és KÁDÁR [6]).

A növényanalízis eredményeinek értelmezésekor a kapott tápelemtartalmakat a „normális”, a jól ellátott standard növény összetételéhez viszonyítjuk, ellátottsági határértékek alapján minősítjük. A hagyományos határértékes növényanalízis alkalmazásának hátrányai közül SUMNER [25, 26] az alábbiakat emeli ki:

- A tápelem-ellátottsági optimumok, határértékek gyakran igen tágak és ezért kevésbé érzékenyek;

- A mintavételt szigorúan meghatározott fejlődési stádiumban kell végrehajtani, melyre a határértékek vonatkoznak. Ez a gyakorlatban nehezen valósítható meg;

- A tápelemhiányokból nem tűnik ki egyértelműen — különösen amikor több tápelemet vizsgálunk — a minimum sorrend, a tápláltság kiegyensúlyozottságának helyzete.

BEAUFILS [1] a hagyományos határértékes módszer említett hátrányainak kiküszöbölésére, kidolgozta a tápelemarány-optimumokon nyugvó diagnosztikai rendszerét, kezdetben a gumifára, majd később Dél-Afrikában a kukoricára is (BEAUFILS [2, 3]). A módszer DRIS néven vált ismertté, mely egy rövidített takar a Diagnózis és Szaktanácsadás Egységes Rendszere (Diagnosis and Recommendation Integrated System) értelmében. Megállapította, hogy a minimum törvény érvényesül a terméshozam és a növényi összetétel (tápelemek koncentrációja és azok arányai) kapcsolatában. BEAUFILS [2] és SUMNER [25, 26, 27, 28] szerint, ha már egyszer egy adott növényre standard normákat álla-

píttottak meg a levélösszetétel alapján, azok arra a növényre alkalmazhatók lesznek bárhol fejlődjenek is és bármilyen szakaszában legyenek a fejlődésnek. A szerzők szerint tehát a megismert normák vagy optimumok általános érvényűek, extrapolálhatók, függetlenek a helytől és időtől, adott növényfajra igazak. Ebből adódóan felhasználhatók a diagnózis és az azt követő szaktanácsadás céljaira.

A DRIS módszer hazai adaptálása és ellenőrzése céljából kézenfekvőnek tűnik, hogy először az őszi búza növényünkénél vizsgáljuk meg e rendszer egyes elemeinek elfogadhatóságát, ahol a szántóföldi növények közül a legtöbb hazai tapasztalatot gyűjtöttük a diagnosztikai célú növényelemzés terén [5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21]. Jelen munkánk célja adatokat gyűjteni a tápelemarányok változásának nyomkövetésére a tenyészidő folyamán. A DRIS módszer szerzője és követői szerint (BEAUFILS [2, 3], SUMNER [25, 26]) a növény korával változik ugyan a tápelemkoncentráció — általában hígul — az arányokban azonban ez a változás kevésbé jelentkezik és a diagnózist nem teszi kérdésessé.

Amennyiben a vizsgálat valóban csak a fiziológiailag aktív levélre vonatkozik és nem az egész növényre, valamint csak a három fő tápelemet érinti, többé-kevésbé elfogadhatónak tűnik ez a feltételezés egy szűkebb időszakban. Hazai vizsgálatok ilyen irányban — tudomásunk szerint — nem folytak kielégítő mértékben. Amint azt a hazai vizsgálataink is igazolták, nem áll fenn a tápelemarányok állandósága az egész földfeletti növényben, valamint egyéb tápelemekre. Így pl. az előregedéssel a Ca aránya erősen nő a növényben, míg a K-csökken. A K/Ca aránya így erősebb változásnak van kitéve, gyorsan szűkül. A növény korával nemcsak a legtöbb tápelem mennyisége, hanem azok aránya is erősen módosul úgy a kukoricában (LÁSZTITY és KÁDÁR [20], ELEK et al. [7]), mint a búzában (KÁDÁR és LÁSZTITY [14], LÁSZTITY és KÁDÁR [19]).

Trágyázási kísérleteinkben megállapítottuk, hogy a talaj tápanyag-ellátottságának foka lényegesen nagyobb változásokat képes létrehozni egyes tápelemarányokban, mint amelyek a tenyészidő folyamán az idő függvényében bekövetkezhetnek. Így pl. az N/P aránya a trágyázástól függően többszöröse is változhat (PUSZTAI és KÁDÁR [23], KÁDÁR és ELEK [10]), míg a korról ez a változás az 50%-ot ritkán haladja meg (LÁSZTITY és KÁDÁR [19, 20]). Befolyásolja a növény (levél) tápelemtartalmának időbeni változását, csökkenését, a talaj tápelem-ellátottságának foka is. Jól ellátott talajon az elemek koncentrációja stabilabb, a hígulás kevésbé jelentkezik, mert a száraz anyag gyarapodásával a talajból való felvétel bizonyos fokig lépést tud tartani. Rosszul ellátott talajon a növény szövetei gyorsabban kiürülnek. A szőlő levélanalízisében a kettős mintavétel, virágzáskor és szüret idején az őszi lomb színeződése előtt, éppen azt a célt szolgálja, hogy a talaj tápelemszolgáltató képességéről tájékozódasson (ELEK és KÁDÁR [6]). Adott esetben tehát az arányokban és a koncentrációban bekövetkező gyors változás diagnosztikai értelmet nyerhet.

Amint az eddig elmondottakból kitűnik, a tápelemarányosság problémája összetett, értelmezése során figyelembe veendő a növény faja, kora és szerve (levél vagy egész földfeletti növény), valamint a talaj tápanyag-ellátottságának, illetve trágyázottságának foka is. A tápelemarányosság kérdése ugyanakkor a növényelemzés módszerének központi eleme. A növényanalízis klasszikusai szerint a tápelemtartalom a tápláltság mennyiségét, míg az arányok a tápláltság minőségét, annak kiegyensúlyozottságát tükrözik, magukban foglalva az elemek közötti kölcsönös viszonyokat, kölcsönhatásaikat. Ebből adódóan a növényanalízis során minél több elemet kell meghatározni, néha nem kifejezetten

tápelemnek minősülő elemeket is, mert egy elem esetleges „jó” ellátottsága más elem hiányán alapulhat, vagy fordítva, a kis tápelem-koncentráció nem mindig takar hiányt (KÁDÁR [9]).

A tápelemarányok és a hozam összefüggésében, amint a DRIS módszer ismertetése során erre utaltunk, érvényesül a minimumtörvény. Amennyiben az összefüggést elég nagyszámú és kellően heterogén adat birtokában egy koordináta-rendszerben ábrázoljuk és burkológörbével jellemezzük, úgy saját vizsgálataink szerint is egy gúlát kapunk. Alacsony termésekhez bármilyen tápelemarány- vagy tartalom tartozhat (a gúla kiszélesedő talpazati része), míg a nagy és igen nagy termésekhez csak egy szűk optimum (a gúla csúcsi része). A gúla csúcsa képezi a nagy terméshozamú növény kívánatos összetételét, az optimumot vagy normát (KÁDÁR és LÁSZTITY [16], PUSZTAI és KÁDÁR [23]).

A tápelemarányosság kérdéseit elemezve SUMNER [29, 30] helyesen arra is felhívja a figyelmet, hogy ha a tápelemarányt kevés számú adat vagy egyedi vizsgálat alapján értékeljük — pl. egy adott esetben csak két tápelemet határozunk meg és azok arányát kísérjük figyelemmel — könnyen félrevezető információt adhat. Az arány önmagában nem más, mint a számláló és a nevező hányadosa, így a két elem egymáshoz viszonyított mennyiségéről tájékoztat és nem tartalmaz információt a két elem egyikének aktuális mennyiségéről sem. Tegyük fel, hogy a N/P arálynak van egy optimális értéktartománya egy adott növényi szövetben. Ha az arány ebbe a tartományba esik, a terméshozam nagy lehet. Az optimális N/P arány esetén azonban három lehetőség állhat fenn. Így pl.: mind a számláló, mind a nevező optimumban, feleslegben vagy hiányban van. Ha csak az arányt ismerjük, nem állapítható meg, hogy az esetek közül melyik állott elő a növényben. Csak az állapítható meg, hogy a N és a P viszonylagos egyensúlyban vannak. Hasonlóképpen amikor a N/P arány tágabb vagy szűkebb az optimumnál, két-két lehetőség is fennállhat: a N túlsúlya N feleslegben vagy P hiányán, illetve a P túlsúlya a P feleslegben vagy a N hiányán is alapulhat.

Az elmondottakból következik, hogy amennyiben egyidejűleg minél több arányt veszünk figyelembe, a terméshozamot korlátozó tápanyag(ok) megállapítása egyre könnyebbé és megbízhatóbbá válik. Jelen munkánkban arra törekedtünk, hogy az őszi búza tápelemarányait minél több arányra kiterjesztve vizsgáljuk a tenyészidő folyamán. Egyúttal megkíséreljük a főbb tápelemarányok értelmezését is nyújtani, részben saját, részben irodalmi tapasztalatok alapján. A dunántúli csernozjomokon termett búza tápláltsági állapotának megítélésére a minimum sorrendet is felállítjuk a talaj és a növényvizsgálatok adatai alapján. Tekintettel arra, hogy a kalászosok növényelemzése során elterjedt a teljes földfeletti növény mintázása, vizsgálataink is a teljes földfeletti növényre vonatkoznak és elemi tápelemtartalmakat jelölnek, száraz anyagra vonatkoztatva. A növényi tápelemtartalmak és az azokból számított arányok időbeni stabilitásának figyelemmel kísérésére, azokat az első bokrosodáskori állapotokhoz viszonyítottuk, annak %-ában fejeztük ki.

### Anyag és módszer

A vizsgálatok céljaira felhasznált növényi anyag nagyüzemi táblákról származott. Az őszi búzatáblák megválasztásában és a mintaterek kijelölésében fontos követelmény volt, hogy a terület sík legyen, egyenletes és egészséges,

szemmel láthatóan kielégítően táplált és jól fejlődő növényzettel. A mintavétel április elejétől az érésig tartott összevontan 6 pontban a fejlődés folyamán, 1—1 m<sup>2</sup> földfeletti növényi anyag felhasználásával. A fajta *Jubilejnaja-50* és *Száva* volt. A vizsgálatba vont táblák talaja a mezőföldi mészlepedékes csernozjom típusába tartozott.

A növényminta-vételekkel egyidejűleg talajminta-vétel is történt a szántott rétegből. A talaj- és a növényminták begyűjtését és elemzését a MÉM NAK végezte (SEBESTYÉN [24]). Tekintettel arra, hogy az egyes kísérleti helyek, illetve fajták között nem volt lényeges eltérés a tápelemtartalomban és arányokban, azokat összevontan dolgoztuk fel. A mintavétel adatai a bokrosodás, szárba-szökés, kalászosítás, virágzás, teljes érés és a teljes érés fenofázisaira vonatkoznak. Az aratáskori szem és szalma összetételét, tápelemtartalmát és arányait szintén feltüntettük.

A kísérleti területek szántott rétege a talajvizsgálatok szerint átlagosan az alábbi adatokkal jellemezhető:  $pH_{KCl} = 7,0-7,4$ ;  $A_K = 39-44$ ;  $CaCO_3\% = 1,2-7,4$ ;  $Humusz\% = 2,8-4,3$ ;  $(NO_3 + NO_2) - N_{KCl} = 18-31$  ppm;  $AL - P_2O_5 = 70-240$  ppm;  $AL - K_2O = 140-240$  ppm;  $Mg_{KCl} = 120-230$  ppm;  $Mn_{EDTA} = 60-200$  ppm;  $Zn_{EDTA} = 1,7-2,0$  ppm;  $Cu_{EDTA} = 1,8-3,0$  ppm. A talajok, meszes, humuszos vályog talajok, melyek tápelem-ellátottsága a MÉM NAK által elfogadott előzetes határértékek szerint: kielégítő N, Mg, Mn; gyengétől-jó P; jó-közepes K és Cu, valamint gyenge Zn-ellátottság a talajvizsgálatok alapján (Műtrágyázási irányelvek [22]).

A vizsgált táblák előveteménye 3 esetben búza, egy esetben burgonya és egy esetben napraforgó volt. A táblákon átlagosan 160—200 kg N, 120—140 kg  $P_2O_5$ , 120—170 kg  $K_2O$  műtrágya-hatóanyagot használtak fel hektáronként az őszi búzáknak alá. A N-műtrágyákat megosztva adagolták őszi szántás előtt és tavasszal fejtrágyaként. Az alkalmazott trágyázási gyakorlat arról tanúskodik, hogy a műtrágyákkal biztonságosan fedezték az őszi búza N-igényét, kb. 2-szeresét pótolták a terméssel felvett P mennyiségének és mintegy 1,5-szeresét a K-énak. Ebből adódott, hogy a nedves, borús, csapadékos 1978. évben érés-kor a búza egy táblán teljesen, két táblán pedig részben megdőlt. A megdőlés — amely feltehetően a túltrágyázással is összefüggött — terméscsökkenéshez is vezethetett. A dőlésmentes, illetve kevésbé megdőlt táblák ugyanis 4,9—6,5 t/ha szemtermést, míg az erősen megdőlt táblák mindössze 3,5—4,3 t/ha szemtermést adtak.

### Az eredmények megvitatása

Az 1. táblázatban bemutatjuk a tápelemtartalom változását a tenyészidő folyamán abszolút értékekben, koncentrációban kifejezve, valamint a bokrosodáskori tartalom %-ában is. A növényi tápelemtartalom feldúsulása ugyanis a bokrosodás stádiumában a legnagyobb általában, ezt követően a gyors szárazanyag-gyarapodással a felvétel már legtöbb tápelemnél nem tud lépést tartani, a növény hígul ásványi tápelemekben. A hígulás mértéke az egyes tápelemeket tekintve eltérő, de a B és Mo kivételével minden esetben jelentős. Az eredeti tartalom esetenként 1/4-ére, 1/6-ára is lecsökkenhet. A hígulás tükröződik a nyers hamu tartalmában is, amely mintegy 1/3-ára esik vissza aratásra, a bokrosodáskori tartalomhoz viszonyítva. Mintegy felére süllyed a nyers zsír %-os tartalma a növényben, míg a szárazanyag-növekedéssel a nyers rost mennyisége tendenciájában növekszik a tenyészidő folyamán.

## 1. táblázat

Az őszi búza tápelemtartalmának változása a tenyészidő folyamán, csernozjom talajokon. (1978.)

(A vizsgálatokat végezte: MÉM NAK)

(1) Tulajdonság	(2) Mintavétel ideje						(3) Szem	(4) Szalma
	IV. 7.	IV. 16.	V. 6.	V. 30.	VI. 16.	VII. 15.		
A) Tápelemtartalom								
N, %	4,13	3,23	2,94	1,80	1,44	1,25	2,20	0,20
P, %	0,37	0,34	0,30	0,25	0,23	0,22	0,42	0,12
K, %	3,79	3,62	3,15	2,24	1,36	0,74	0,44	0,72
Ca, %	0,93	1,02	0,58	0,47	0,27	0,14	0,09	0,22
Mg, %	0,28	0,36	0,20	0,18	0,16	0,12	0,15	0,08
Na, %	0,12	0,11	0,08	0,07	0,06	0,03	0,02	0,04
Fe, ppm	883	862	484	231	166	144	167	102
Mn, ppm	145	196	81	59	53	41	45	44
Zn, ppm	27	26	20	17	13	13	26	10
Cu, ppm	9,1	8,1	6,6	5,1	4,0	3,4	7	4
B, ppm	4,6	5,7	4,4	3,7	5,9	3,9	1,4	5,5
Mo, ppm	0,6	0,6	0,6	0,5	0,8	0,5	0,4	0,6
B) Változás a bokrosodás- kori %-ában								
N	100	78	70	44	34	32	53	5
P	100	92	81	68	62	59	114	32
K	100	96	83	59	36	20	12	19
Ca	100	110	62	51	29	15	10	24
Mg	100	129	71	64	57	43	54	28
Na	100	92	67	58	50	25	17	33
Fe	100	98	55	26	19	16	19	12
Mn	100	135	56	41	37	28	31	30
Zn	100	98	76	64	48	48	96	37
Cu	100	89	73	56	43	37	77	44
B	100	124	96	80	128	85	30	120
Mo	100	100	100	83	133	83	67	100
C) Szerves összetevők, %								
a) Nyers hamu	15,9	24,1	10,6	8,0	6,4	4,9	—	—
b) Nyers rost	21,2	26,0	26,8	35,8	31,5	24,9	—	—
c) Nyers zsír	4,4	3,7	4,0	3,0	2,6	2,2	—	—
B) Változás a bokroso- daskori %-ában								
a) Nyers hamu	100	152	67	50	40	31	—	—
b) Nyers rost	100	123	123	169	149	117	—	—
c) Nyers zsír	100	84	90	68	59	50	—	—

A 2. táblázatban a N-hez és a P-hoz viszonyított makro- és mikroelemek arányait, azok stabilitását tanulmányozhatjuk. Az adatokból látható, hogy a N túlsúlya csak két elem, a K és a Ca esetében nőtt meg a teljes érés idejére. Ugyanakkor a N túlsúlyának radikálisabb csökkenése a B és Mo elemekhez viszonyítva tapasztalható, melyekben nem mutatkozott nagy mérvű hígulás a tenyészidő folyamán. A N-hez viszonyított legtöbb elem arányában a változás

## 2. táblázat

Az őszi búza főbb tápelemarányainak változása a tenyészidő folyamán,  
csernozjom talajokon. (1978.)

(1) Tulajdonság	(2) Mintavétel ideje						(3) Szem	(4) Szalma
	IV. 7.	IV. 16.	V. 6.	V. 30.	VI. 16.	VII. 15.		
A) Tápelemarány								
N/K	1,1	0,9	0,9	0,8	1,1	1,7	5,0	0,3
N/P	11,0	9,5	9,8	7,2	6,3	5,7	5,2	1,7
N/Ca	4,4	3,2	5,1	3,8	5,3	8,9	24,4	0,9
N/Mg	15,0	9,0	15,0	10,0	9,0	10,0	14,0	2,5
N/Zn	1530	1242	1470	1059	1108	906	846	200
N/Cu	4538	3988	4454	3529	3600	3676	3143	500
N/Mo	68 833	53 833	49 000	36 000	18 000	25 000	55 000	3333
P/Ca	0,4	0,3	0,5	0,5	0,8	1,6	4,7	0,5
P/Mg	1,3	0,9	1,5	1,4	1,4	1,8	2,8	1,5
P/Fe	4,2	3,9	6,2	10,8	13,8	15,3	25,1	11,8
P/Mn	25	17	37	42	43	54	93	27
P/Zn	137	131	150	147	177	169	162	120
P/Cu	406	410	454	490	575	647	600	300
P/B	804	596	682	676	390	564	300	218
P/Mo	6167	5666	5000	5000	2875	4400	1050	2000
B) Változás a bokrosodás- kori %-ában								
N/K	100	82	82	73	100	155	455	27
N/P	100	85	89	65	57	52	47	15
N/Ca	100	73	116	86	120	202	554	20
N/Mg	100	60	100	67	60	67	93	17
N/Zn	100	81	96	69	72	59	55	13
N/Cu	100	88	98	78	79	81	69	11
N/Mo	100	78	71	52	26	36	80	5
P/Ca	100	75	125	125	200	400	1175	125
P/Mg	100	69	115	108	108	138	215	115
P/Fe	100	93	148	257	328	364	598	281
P/Mn	100	68	148	168	172	216	372	108
P/Zn	100	96	109	107	129	123	118	88
P/Cu	100	101	112	121	142	159	148	74
P/B	100	74	85	84	48	70	37	27
P/Mo	100	92	81	81	47	71	17	32
A) Tápelemarány								
K/P	10	11	10	9	6	3	1	6
K/Ca	4	4	5	5	5	5	5	3
K/Mg	14	10	16	12	8	6	3	9
K/Na	32	33	39	32	23	25	22	18
K/Fe	43	42	65	97	82	51	26	71
K/Mn	261	185	389	380	257	180	98	164
K/Zn	1404	1392	1575	1318	1046	569	169	720
K/Cu	4162	4469	4773	4392	3400	2176	628	1800
K/B	8239	6351	7159	6054	2305	1897	3143	1309
K/Mo	63 167	60 333	52 500	44 800	17 000	14 800	11 000	12 000
Ca/Fe	11	12	12	20	16	10	5	21
Ca/Mn	64	52	72	80	51	34	20	50
Ca/Zn	344	392	290	127	208	108	35	220
Ca/Cu	1022	1259	879	1 118	675	412	128	550



2. táblázat folytatása

(1) Tulajdonság	(2) Mintavétel ideje						(3) Szem	(4) Szalma
	IV. 7.	IV. 18.	V. 6.	V. 30.	VI. 16.	VII. 15.		
Mg/Mn	19	18	25	31	30	29	33	18
Fe/Mn	6	4	6	4	3	4	4	2
Mn/Zn	5	8	4	4	4	3	2	4
Mn/Cu	16	24	12	12	13	12	6	11
Mn/B	32	34	18	16	9	10	32	80
Mn/Mo	242	327	135	118	66	82	11	73
<b>B) Változás a bokrosodás- kori %-ában</b>								
K/P	100	110	100	90	59	34	10	60
K/Ca	100	85	132	117	122	129	120	80
K/Mg	100	71	114	86	61	44	21	64
K/Na	100	103	122	100	72	78	69	56
K/Fe	100	97	151	225	191	119	60	165
K/Mn	100	71	149	145	98	69	38	63
K/Zn	100	99	112	94	74	41	12	51
K/Cu	100	107	114	105	82	52	15	43
K/B	100	77	87	73	28	23	38	16
K/Mo	100	95	83	71	27	23	17	19
Ca/Fe	100	109	109	182	145	91	49	196
Ca/Mn	100	81	112	125	80	53	31	78
Ca/Zn	100	114	84	37	60	31	10	64
Ca/Cu	100	123	86	109	66	40	12	54
Mg/Mn	100	95	132	163	158	153	174	95
Fe/Mn	100	72	97	64	51	57	61	38
Mn/Zn	100	139	76	65	76	59	31	81
Mn/Cu	100	150	75	75	81	75	40	69
Mn/B	100	106	56	50	28	31	10	25
Mn/Mo	100	135	56	49	27	34	5	30

mértéke kétségtelenül jóval kisebb, mint amit a tartalom változásában megfigyelhettünk. Így pl. még a május végi kalászos-virágzáskori mintavétel idején sem haladják meg a változások a 15–30%-os mértéket (N/B, N/Mo kivételével), míg a tartalomban bekövetkező változások 22–74% között mozognak.

A P túlsúlya a legtöbb elemhez viszonyítva (B, Mo kivételével) nőtt a tenyészidő folyamán, ellentétben a N túlsúlyával. Ez a növekedés a május végi mintavételkor a P/Fe, és P/Mn arányaiban 1,5–2,5-szeres volt, míg más elemekben 30% alatt maradt. Az elemarányok P-hoz viszonyított stabilitása tehát lényegesen kisebbnek mutatkozott, mint a N-hez viszonyított stabilitás (2. táblázat).

Ha a vizsgált makro- és mikroelemeket a K-hoz viszonyítjuk (2. táblázat) megállapítható, hogy a legtöbb arány esetében (kivétel a Ca, Fe) a K túlsúlyának gyors csökkenése következett be a kalászos-virágzást követően. A K gyors hígulását a tenyészidő folyamán csak a Fe, Ca és részben a Mn közelítette meg, illetve haladta meg. Ebből adódott, hogy a Ca túlsúlya a mikroelemekhez viszonyítva — a Fe kivételével — csökkenő volt a virágzást követően. Hasonlóképpen csökkent a Mn túlsúlya a Zn, Cu, B, Mo elemekkel szemben. Az itt taglalt tápelemarányok stabilitása tehát eltérő, a változások iránya és intenzitása különböző, de a legtöbb esetben közel sem éri el vagy haladja meg a koncentrációkban bekövetkező változások mértékét a tenyészidő folyamán.

3. táblázat  
Az őszi búza tápelem-ellátottságának megítélése a bokrosodáskori tápelemtartalom és tápelemarány alapján. Irodalmi összeállítás

(1) Tápelem	(2) Alacsony	(3) Kielégítő	(4) Magas	(5) Irodalom
N, %	3,0–4,0	4,0–4,5	4,5<	KÁDÁR és KRÁMER (1978) [13]
P, %	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5<	KÁDÁR és KRÁMER (1978) [13]
K, %	2,5–3,5	3,5–4,5	4,5<	KÁDÁR és KRÁMER (1978) [13]
Ca, %	0,5>	0,5–1,0	1,0<	BERGMANN és NEUBERT (1976) [14]
Mg, %	0,2>	0,2–0,4	0,4<	BERGMANN és NEUBERT (1976) [14]
Fe, ppm	20>	20–200	200<	BERGMANN és NEUBERT (1976) [14]*
Mn, ppm	33>	34–65	65<	BERGMANN és NEUBERT (1976) [14]
Zn, ppm	29>	29–40	40<	BERGMANN és NEUBERT (1976) [14]
Cu, ppm	5>	5–10	10<	BERGMANN és NEUBERT (1976) [14]
B, ppm	2–4	5–30	31–100	BERGMANN és NEUBERT (1976) [14]
Mo, ppm	0,7>	0,7–1,5	1,5<	BERGMANN és NEUBERT (1976) [14]
N/K	0,8–1,0	1,0–1,5	1,5<	KÁDÁR és KRÁMER (1978) [13]
N/P	7,5–9,0	9,0–12,0	12,0<	KÁDÁR és KRÁMER (1978) [13]
N/Ca	4,5>	4,5–8,0	8,0<	Számított, becsült**
N/Mg	11,0>	11,0–20,0	20,0<	Számított, becsült
N/Zn	1100>	1100–1400	1400<	Számított, becsült
N/Cu	4500>	4500–8000	8000<	Számított, becsült
N/B	1500>	1500–8000	8000<	Számított, becsült
N/Mo	30 000	30 000–60 000	60 000<	Számított, becsült
P/Ca	0,5>	0,5–1,0	1,0<	Számított, becsült
P/Mg	1,0>	1,0–2,0	2,0<	Számított, becsült
P/Fe	25>	25–200	200<	Számított, becsült
P/Mn	80>	80–120	120<	Számított, becsült
P/Zn	100>	100–150	150<	Számított, becsült
P/Cu	500>	500–800	800<	Számított, becsült
P/B	170>	170–800	800<	Számított, becsült
P/Mo	2500>	2500–5000	5000<	Számított, becsült

\* Kalászhányáskor a felső levelekben

\*\* A tápelem-koncentráció alapján számítva és becsülve

Az eddig elmondottakat összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a tápelemarányokat a tápelemtartalmakhoz hasonlóan bizonyos mérvű instabilitás jellemzi, azok nem változatlanok, ezért kevésbé lehetnek alkalmasak arra, hogy a növény tápláltsági állapotáról tájékoztassanak a mintavétel idejétől függetlenül az egész tenyészdíó folyamán. Ugyanakkor nem hagyható figyelmen kívül, hogy az arányok instabilitása (a B és Mo arányaitól eltekintve) lényegesen csekélyebb mint a tartalomé.



## 4. táblázat

Az őszi búza tápelem-ellátottságának megítélése a bokrosodáskori tápelemarányok alapján. Irodalmi összeállítás alapján az optimális tartalmakból számított és becsült optimumok

(1) Tápelemarány	(2) Alacsony	(3) Kielégítő	(4) Magas
K/P	6,0—8,0	8,0—10,0	10,0<
K/Ca	5,0>	5,0—8,0	8,0<
K/Mg	10,0>	10,0—20,0	20,0<
K/Na		50—500	
K/Fe	200>	200—1800	1800<
K/Mn	700>	700—1000	1000<
K/Zn	1000>	1000—1200	1200<
K/Cu	4500>	4500—7000	7000<
K/B	1500>	1500—7000	7000<
K/Mo	30 000>	30 000—50 000	50 000<
Ca/Fe	50>	50—200	200<
Ca/Mn	100>	100—300	300<
Ca/Zn	100>	100—300	300<
Ca/Cu	500>	500—1000	1000<
Ca/B	300>	300—1000	1000<
Ca/Mo	4000>	4000—7000	7000<
Mg/Fe	10>	10—100	100<
Mg/Mn	20>	20—100	100<
Mg/Zn	20>	20—100	100<
Mg/Cu	100>	100—400	400<
Mg/B	100>	100—400	400<
Mg/Mo	2000>	2000—5000	5000<
Fe/Mn	1,0>	1,0—3,0	3,0<
Fe/Zn	1,0>	1,0—5,0	5,0<
Fe/Cu	4,0>	4,0—20,0	20,0<
Fe/B	4,0>	4,0—10,0	10,0<
Fe/Mo	3,0>	30—100	100,0<
Mn/Zn	1,0>	1,0—2,0	2,0<
Mn/Cu	5,0>	5,0—10,0	10,0<
Mn/B	2,0>	2,0—8,0	8,0<
Mn/Mo	20>	20—60	60<

Kísérleti jelleggel 1981-ben hazánkban is bevezette a MÉM NAK az őszi búzák tavaszi N-fejtrágya-szükségletének vizsgálatát növényanalízissel (KÁDÁR és ELEK [11]). A mintavétel ideje éppen IV. hó eleje és V. hó eleje közötti időszakra eshet a növényállomány fejlettségi állapota, időjárás, kitavaszkodás stb. függvényében. A N-fejtrágya becsléséhez elsősorban a növények N-, P-, K-tartalmát, valamint azok arányait célszerű felhasználni. Felmerül a kérdés, vajon e három elemre az arányok, a vizsgált időszakot tekintve, stabilabbak-e mint a tápelemtartalmak? Másképpen fogalmazva, a mintavétel során elkövetett hiba (pl. késői, elhúzódo mintavétel) mennyiben zavarhatja az adatok értelmezését, az ellátottsági kategóriákba való besorolást? Van-e itt kimutatható előnye az arányoknak a %-os tartalommal szemben?

A 3. és 4. táblázatokban irodalmi és saját adatokra támaszkodva összeállítottuk őszi búzára a bokrosodáskori optimális tápelemtartalmakat és az

abból számítható, becsülhető főbb arányokat. Ezek az optimumok a termőhely tápelem-ellátottsági sorrendjének megítéléséhez is elengedhetetlenek, melynek vizsgálatára szintén kitérünk. Az 1. táblázatban közölt N-, P-, K-tartalmak a 3. táblázat határértékei szerint jó N- és K-, valamint a kielégítő ellátottságot el nem érő P-ellátottságot tükröznek április 7-én. A 9 nappal későbbi mintavétel, a hígulás nyomán, arról informálna, hogy már a N-ellátottság is alacsony. A május 6-án történt mintavétel adataiból arra következtethetnénk, hogy a N-ellátottság igen alacsonnyá, a P- és K-ellátottság alacsonnyá vált.

Az első mintavétel idején kapott adatokból kitűnik, hogy a N/P aránya kiegyensúlyozott N- és P-jelenlétre utal a növényben, és ez a kiegyensúlyozott tápláltsági állapot a második és harmadik mintavétel során is fennáll az arányok alapján. Hasonlóképpen a K/P aránya is e két elem kiegyensúlyozott viszonyát tükrözi mind a három mintavételi időben. A N/K aránya sem módosult lényegesen az egy hónap alatt és közel kielégítő az egyensúlyi helyzet. A példából kitűnik tehát, hogy a tápelemarányokra épített diagnózis az őszi búza tavaszi fejtrágya-N szükségletének megállapításában, de a három elem ellátottsági állapotának megítélésében is, előnyösebb mint a tápelemtartalomra épülő diagnózis, a mintavétel idejének elhúzódása a növényanalízis-adatok értelmezését kevésbé befolyásolja, a diagnózis megbízhatóságát lényegesen nem csökkenti.

A tápelemtartalom alapján a termőhely Fe- és Mn-ellátottsága igen jó, N-, K-, Ca-, Mg- és Cu-ellátottsága jó, P-, Zn-, B- és Mo-ellátottsága közepes volt. A Fe-tartalom valószínűtlenül magasnak tűnik, meg kell jegyeznünk, hogy éppen e tápelem mérésében legnagyobb a hiba lehetősége, a minták szennyeződésének veszélye. Erre utal a Fe/Mn tág aránya is. A főbb tápelemarányok is alátámasztják, hogy a N-, P-, K-, Ca-, Mg- és a Fe-, Mn-, Cu-ellátottság kielégítő volt. A Zn-ellátottság a P/Zn aránya alapján szintén kedvezőnek, a B- és a Mo-ellátottság a P és K elemekhez viszonyított aránya alapján inkább közepesnek vagy gyengén közepesnek mondható.

Az eredmények, a növényelemzés adatai arra hívják fel a figyelmet, hogy az e talajokon termesztett növényekben a B és a Mo vizsgálatát is rendszeressé kell tenni; amennyiben a jelen közleményben bemutatott, növényelemzéssel nyert információ megerősítést nyer, szántóföldi kísérletekkel, szabadföldi próbával ellenőrizni kell a B- és Mo-trágyák esetleges termésnövelő hatását.

### Következtetések

Dunántúli meszes csernozjom talajon, nagyüzemi táblákon vizsgáltuk az őszi búza fontosabb makro- és mikroelem-tartalmának, valamint tápelemarányainak stabilitását a tenyészidő függvényében. A növény fajtája *Jubilejnaja 50* és *Száva* volt. A kísérleti helyek és fajták között lényeges különbségek nem voltak a tápelemtartalomban, így azok eredményeit összevontan a 25–30 analízisadat átlagában mutattuk be, hogy a növény fejlődési stádiumait minél megbízhatóbban jellemezhesük. Az analíziseket a MÉM NAK által használatos módszerrel végezték, az adatokat elembe kifejezve és abszolút száraz anyagra számítva közöltük. A táblákon 160–200 kg N, 120–140 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, valamint 120–170 kg K<sub>2</sub>O hatóanyagot használtak fel hektáronként átlagosan az őszi búzák alá. A vizsgálatok eredményeiből az alábbi következtetéseket vonjuk le:

1. A növény ásványi tápelemtartalma általában a bokrosodás idején a legnagyobb és fokozatosan csökken a tenyészidő folyamán. A hígulás mértéke el-

térő volt elemenként, de a B és Mo kivételével minden esetben jelentős változásokat regisztrálhattunk. Az eredeti tartalom esetenként 1/4-ére, 1/6-ára is lecsökkent.

Az elemek növekvő hígulási sorrendje a következő volt: B, Mo, P, Zn, Mg, Cu, N, Mn, Na, K, Fe, Ca. A bokrosodáskori értékekhez viszonyítva mintegy 1/3-ára süllyedt a nyers hamu és felére a nyers zsír tartalma, míg a nyers rost mennyisége tendenciájában növekedett a korral (1. táblázat).

2. A vizsgált tápelemarányok stabilitása eltérő volt, a változások iránya és intenzitása különbözött, de nem érte el a koncentrációkban konstataált változások mértékét a tenyészidő folyamán. A kortól független stabil tápelemarányok nincsenek, az arányok optimumait is a fejlődési fázisokhoz kell kötni, hogy tájékoztassanak a növény tápláltsági állapotáról és helyes diagnózist tegyenek lehetővé (2. táblázat).

3. Az első három mintavétel példáján, bokrosodás és szárbaszökés időszakában ugyanakkor egyértelműen megállapítható volt, hogy egy hónap alatt a tápelemtartalomban olyan mérvű hígulás léphet fel, mely a bokrosodás fázisára adott optimumok alapján, a becsült ellátottsági kategóriákat már megváltoztathatja. Az IV. 7-én kielégítőnek ítélt N- és K-, valamint a közel kielégítőnek ítélt P-ellátottság V. 6-án alacsonnyá vagy igen alacsonnyá vált. Ugyanakkor a N/P, K/P valamint a N/K arányai mindhárom mintavételi időben viszonylag állandóak maradtak és megfelelő tápláltsági állapotot, egyensúlyi helyzetet tükröztek e három tápelemre (1—4. táblázat).

4. Az őszi búza tavaszi N-fejtrágya-igényének megállapításakor a tápelemarányokra épített diagnózis előnyösebb mint a tápelemtartalomra épülő diagnózis olyan szempontból is, hogy a mintavétel idejének elhúzódásából eredő hiba (hígulás) a növényelemzés-adatok értelmezését kevésbé befolyásolja, a diagnózis megbízhatóságát kevésbé csökkenti.

5. A termőhely tápelem-ellátottsági sorrendje a növényanalízis adatai alapján a következő: mind a tápelemtartalom, mind a főbb tápelemarányok kielégítő N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn- és Cu-ellátottságról tanúskodnak. A Zn-ellátottság a P/Zn arány alapján még szintén kedvezőnek, míg a B- és Mo-ellátottság a P és K elemekhez viszonyított aránya alapján inkább közepesnek vagy gyengén közepesnek mondható (1—4. táblázatok).

### Összefoglalás

Munkánkban az őszi búza tápelemarányainak stabilitását vizsgáltuk a tenyészidő folyamán, a főbb fenofázisokban. Az analízisek a hazai szaktanácsadásban elfogadott módszerekkel történtek. A kísérleti helyek és fajták között lényeges különbségek nem voltak a tápelemtartalmakban, így azok eredményeit összevontan, mintegy 25—30 analízisadat átlagában mutattuk be, hogy a tápelemarányok időbeni stabilitását minél pontosabban jellemezhessük. A mintavétel homogén, meszes csernozjom talajú nagyüzemi táblákon történt. A táblákon mintegy 160—200 kg N, 120—140 kg  $P_2O_5$ , valamint 120—170 kg  $K_2O$  hatóanyagot használtak fel hektáronként az őszi búza alá. Vizsgálataink eredményeit az alábbiakban foglaljuk össze:

A bokrosodáskori tartalomhoz viszonyítva, az egyes elemek hígulása eltérő volt a tenyészidő folyamán, de a B és a Mo kivételével igen jelentősnek mutatkozott. Az elemek növekvő hígulási sorrendje a következő: B, Mo, P, Zn.

Mg, Cu, N, Mn, Na, K, Fe, Ca. A bokrosodás fázisához képest mintegy 1/3-ára süllyedt a nyers hamu, felére a nyers zsír tartalom, míg a nyers rost mennyisége tendenciájában növekedett a korral.

A növény korától független tápelemarányok nincsenek, az arányok optimumai is a fejlődési fázisokhoz vannak kötve. Az arányok változása azonban lényegesen kisebb, mint a tartalomé. Az őszi búza tavaszi N-fejtrágya-igényének megállapításakor az arányokra épített diagnózist előnyösebbnek tartjuk, mint a koncentráció optimumaira alapozottat. Példánkön bemutattuk, hogy a mintavétel idejének elhúzódsából eredő hiba (hígulás) a növényelemzés adatainak értelmezését kevésbé befolyásolja.

A növényelemzési adatok szerint a termőhelyek N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn- és Zn-ellátottsága kielégítő volt. A B- és Mo-ellátottság — a P-hez és a K-hoz viszonyított arányuk alapján — közepesnek vagy gyengén közepesnek mondható.

### I r o d a l o m

- [1] BEAUFILS, E. R.: Mineral equilibrium in the foliage and latex of *Hevea brasiliensis*. *Ann. Agron.* **2**. 205. 1956.
- [2] BEAUFILS, E. R.: Physiological diagnosis. A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. *Fert. Soc. S. Afr. J.* **1**. 1—30. 1971.
- [3] BEAUFILS, E. R.: Diagnosis and recommendation integrated system. (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Univ. of Natal. Pietermaritzburg. South Africa. *Soil Sci. Bull.* **1**. 1—132. 1973.
- [4] BERGMANN, W. & NEUBERT, P.: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB. Gustav Fischer. Jena. 1976.
- [5] ELEK, É. & KÁDÁR, I.: A foszforműtrágyázás hatása a makro- és mikroelemek felvételére. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 89—93. NEVIKI. Veszprém. 1975.
- [6] ELEK, É. & KÁDÁR, I.: Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM NAK. Budapest. 1980.
- [7] ELEK, É., KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: A kukorica tápanyagfelvételének dinamikája és a műtrágyázás. *Magyar Mezőgazd.* **34**. (22) 12. 1979.
- [8] KÁDÁR, I.: A foszforműtrágya igényének becslése növény- és talajvizsgálattal. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 205—212. NEVIKI. Veszprém. 1976.
- [9] KÁDÁR, I.: Növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. *Agrokémia és Talajtan.* **29**. 323—344. 1980.
- [10] KÁDÁR, I. & ELEK, É.: Műtrágyázás hatása a kukorica makro- és mikroelem felvételére. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 71—81. NEVIKI. Veszprém. 1977.
- [11] KÁDÁR, I. & ELEK, É.: Az őszi búza tavaszi N-fejtrágya igényének pontosítása növényanalízissel. *Magyar Mezőgazd.* **36**. (megjelenés alatt). 1981.
- [12] KÁDÁR, I. & KRÁMER, M.: Az őszi búza tápanyag-ellátottságának megállapítása növényvizsgálattal. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 53—61. NEVIKI. Veszprém. 1977.
- [13] KÁDÁR, I. & KRÁMER, M.: Újabb adatok az őszi búza tápanyag ellátottságának megítéléséhez növényanalízissel. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 177—185. NEVIKI. Veszprém. 1978.
- [14] KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: Az őszi búza tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **28**. 451—472. 1979.
- [15] KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: A feltöltő foszfor és kálium műtrágyázás lehetőségének vizsgálata néhány magyarországi talajon. *Agrokémia és Talajtan.* **28**. 123—142. 1979.
- [16] KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: A DRIS módszer vizsgálata őszi búza és kukorica kísérletek adatai alapján. MÉM NAK. Kézirat. Budapest. 1981.

- [17] KÁDÁR, I. et al.: Vlijanje vozrastajuesih doz mineral'nuh udobrenij na pocsvu i rasztenija. 5th Congr. Jug. Soc. Soil. Sci. 409—416. Sarajevo. 1976.
- [18] LÁSZTITY, B. & KÁDÁR, I.: Adatok a feltöltő PK-műtrágyázás vizsgálatához barna erdőtalajon. *Agrokémia és Talajtan.* **27.** 119—129. 1978.
- [19] LÁSZTITY, B. & KÁDÁR, I.: Az őszi búza szárazanyag felhalmozódásának, valamint tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **27.** 429—444. 1978.
- [20] LÁSZTITY, B. & KÁDÁR, I.: A kukorica tápanyagfelvételi görbéjének kimérése kispácellás szabadföldi kísérletben. MÉM NAK. Kézirat. Budapest. 1979.
- [21] LÁSZTITY, B., KÁDÁR, I. & ELEK, É.: A foszfor és kálium műtrágyázás növényre gyakorolt hatásának vizsgálata karbonátos homokon. *Agrokémia és Talajtan.* **27.** 130—140. 1978.
- [22] Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM NAK. Budapest. 1979.
- [23] PUSZTAI, A. & KÁDÁR, I.: Nitrogén-forgalmi vizsgálatok mészlepedékes csernozjom talajon, modellkísérletben. *Agrokémia és Talajtan.* **29.** 251—272. 1980.
- [24] SEBESTYÉN, E.: A búza tápanyagfelvételi görbéjének kimérése. MÉM NAK. Budapest. 1978.
- [25] SUMNER, M. E.: Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **8.** 251—268. 1977.
- [26] SUMNER, M. E.: Preliminary NPK foliar diagnostic norms for wheat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **8.** 149—167. 1977.
- [27] SUMNER, M. E.: Preliminary N, P and K foliar diagnostic norms for soybeans. *Agron. J.* **69.** 226—230. 1977.
- [28] SUMNER, M. E.: Application of Beauphils' diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. *Plant and Soil.* **46.** 359—369. 1977.
- [29] SUMNER, M. E.: Interpretation of nutrient ratios in plant tissue. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **9.** 335—345. 1978.
- [30] SUMNER, M. E.: Interpretation of foliar analyses for diagnostic purposes. *Agron. J.* **71.** 343—348. 1979.

Érkezett: 1980. február 24.

## Changes in the Nutrient Ratios of Winter Wheat During a Vegetation Period

I. KÁDÁR and B. LÁSZTITY

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

### Summary

The stability of the nutrient ratios in winter wheat in the main phenophases of the vegetation period was studied. The analyses were carried out with the methods used by the fertilizer recommendation system in Hungary. There were no considerable differences in the nutrient contents measured at the various sites and in the plant varieties, therefore the results could be combined and presented on the average of data of 25—30 analyses, in order to characterize the time stability of the nutrient ratio as precisely as possible. Samples were taken from homogeneous calcareous chernozem fields of state and cooperative farms. About 160—200 kg N, 120—140 kg  $P_2O_5$  and 120—170 kg  $K_2O$  per hectare were given under winter wheat on each plot.

The results of the investigations can be summarized as follows:

As compared to data obtained at tillering, the various elements — with the exception of B and Mo — became diluted in different significant degrees during the vegetation period. The dilution of elements increased in the following order: B, Mo, P, Zn, Mg, Cu, N, Mn, Na, K, Fe, Ca. As compared to data at tillering, the ash content decreased to one third, the fat content to one half, whereas the amount of crude fiber showed a tendency to increase with age.

The nutrient ratios are influenced by the age of plants and the optimum ratios are connected with certain phases of plant development. The changes in the ratios are,



however, essentially smaller than those in the nutrient contents. Authors are of the opinion that when the spring requirements of N top-dressing of winter wheat are to be determined, it is better to base the recommendation on nutrient ratios than on optimum concentrations. As was shown, the error caused by the delay of sampling (dilution) hardly influenced the interpretation of data of plant analyses.

According to plant analytical data, the N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn supplies of the experimental sites were satisfactory. The B and Mo supplies — judging by their ratios to P and K — were about medium.

*Table 1.* Changes of the nutrient ratios of winter wheat during the vegetation period, on chernozem soils, in 1978. (The analyses were carried out by the Central Laboratories for Plant Protection and Agrochemistry of the Ministry for Agriculture and Food.) (1) Property: A) Nutrient content; B) Changes in per cent of the values determined at the time of tillering; C) Organic components: a) ashes, b) fibers, c) fat. (2) Date of sampling. (3) Grains. (4) Straw.

*Table 2.* Changes in the nutrient ratios of winter wheat during the vegetation period, on chernozem soils, in 1978. Markings: see Table 1.

*Table 3.* Rating the nutrient supply of winter wheat by the nutrient contents and the nutrient ratios at the time of tillering. A review of literary data. (1) Nutrient. (2) Low. (3) Sufficient. (4) High. (5) Literature cited. \*At earing in the upper leaves. \*\*Calculated and estimated on the basis of nutrient concentrations.

*Table 4.* Rating the nutrient supply of winter wheat by the nutrient ratios at the time of tillering. Optimum estimated and calculated using the data in the literature cited. Markings: see Table 3.

## Über die Änderungen der Nährstoffverhältnisse des Winterweizens während der Vegetationsperiode

I. KÁDÁR und B. LÁSZTITY

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

### Zusammenfassung

Es wurde die Stabilität der Nährstoffverhältnisse im Winterweizen während der Vegetationsperiode in den Haupt-Phänophasen untersucht. Die Analysen wurden nach den i der ungarischen Düngerberatung festgelegten Methoden ausgeführt. In den Nährstoffgehalten waren betreffs Versuchsorte und Pflanzenarten keine wesentlichen Unterschiede, weshalb deren Ergebnisse zusammengezogen, im Mittel von 25—30 Analysenresultaten mitgeteilt werden, um damit die zeitliche Stabilität der Nährstoffverhältnisse je genauer anzugeben. Die Probenahme erfolgte auf Schlägen von Grossbetrieben mit homogenen kalkhaltigen Tschernosemböden. Auf den Schlägen wurden etwa 160—200 kg N, 120—140 kg  $P_2O_5$  und 120—170 kg  $K_2O$  Wirkstoff pro Hektar unter dem Winterweizen verwendet. Die Resultate sind die folgenden:

Im Verhältnis zum Gehalt der einzelnen Elemente bei der Bestockung war ihre Verdünnung während der Vegetationsperiode verschieden, zeigte sich aber — das B und Mo ausgenommen — als recht bedeutend. Die ansteigende Reihenfolge der Verdünnung der Elemente kann folgendermassen angegeben werden: B, Mo, P, Zn, Mg, Cu, N, Mn, Na, K, Fe, Ca. Im Verhältnis zur Bestockungsphase ist der Gehalt an roher Asche auf 1/3, der Gehalt an Rohfett auf die Hälfte gesunken, während der Rohfasergehalt in seiner Tendenz mit dem Alter der Pflanzen zugenommen hat.

Die Nährstoffverhältnisse sind alle vom Alter der Pflanzen abhängig, ihre optimalen Werte sollten deshalb in Verbindung mit den jeweiligen Entwicklungsphasen festgelegt werden. Die Änderungen der Verhältnisse sind aber wesentlich geringer, als die der Gehalte. Bei der Beurteilung des N-Kopfdüngerbedarfes von Winterweizen halten wir eine auf die Nährstoffverhältnisse aufgebaute Diagnose für vorteilhafter als eine solche, die auf die optimalen Konzentrationen gegründet ist. Wie an unserem Beispiel gezeigt, wird die Interpretation der Pflanzenanalysenangaben durch die wegen der Verzögerung der Probenahme entstandenen Fehler (Verdünnung) wenig beeinflusst.

Die Reihenfolge betreffs Nährstoffversorgung der Standorte war laut Angaben der Pflanzenanalyse folgende: die N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn- und Zn-Versorgung war



ausreichend; die B- und Mo-Versorgung konnte aufgrund ihrer Verhältnisse zu dem P und K als mittelmässig oder schwach mittelmässig bezeichnet werden.

*Tab. 1.* Änderung des Nährstoffgehaltes bei Winterweizen im Laufe der Vegetationsperiode, auf Tschernosemboden, im Jahre 1978. (Die Analysen wurden durch die Zentrale für Pflanzenschutz und Agrochemie des Ministeriums für Landwirtschaft und Ernährungswesen durchgeführt.) (1) Eigenschaft: A) Nährstoffgehalt; B) Änderung in % des Wertes gemessen zur Zeit der Bestockung; C) Organische Komponenten: a) Rohe Asche, b) Rohfaser, c) Rohfett. (2) Zeitpunkt der Probenahme. (3) Körner. (4) Stroh.

*Tab. 2.* Änderungen der wichtigeren Nährstoffverhältnisse des Winterweizens im Laufe der Vegetationsperiode, auf Tschernosemböden, im Jahre 1978. Bezeichnungen: s. Tab. 1.

*Tab. 3.* Bewertung des Ausmasses der Nährstoffversorgung des Winterweizens aufgrund des Nährstoffgehaltes und der Nährstoffverhältnisse zur Zeit der Bestockung. Eine Literatur-Übersicht. (1) Nährstoff. (2) Niedrig. (3) Entsprechend. (4) Hoch. (5) Literaturangaben.

\* in den oberen Blättern zur Zeit des Ährenschiebens.

\*\* Berechnet und geschätzt aufgrund der Nährstoffkonzentration.

*Tab. 4.* Bewertung des Ausmasses der Nährstoffversorgung des Winterweizens aufgrund der Nährstoffverhältnisse zur Zeit der Bestockung. Optima geschätzt und berechnet aufgrund der Angaben der obigen Literaturübersicht. Bezeichnungen: s. Tab. 3.

## Изменение соотношения питательных элементов в озимой пшенице за вегетационный период

И. КАДАР и Б. ЛАСТИТЬ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт

### Резюме

Изучалась стабильность соотношения питательных элементов в озимой пшенице в основных фазовых, в продолжении всего вегетационного периода. Анализы проводились методами, принятыми в отечественной агрохимической службе. Не было значительных различий между содержанием питательных веществ по местам проведения опыта и сортами, поэтому обобщая полученные результаты, приводим средние данные по 25—30 анализам, для более точной характеристики стабильности соотношения питательных элементов во времени. Образцы брали на карбонатном черноземе по однородным, крупным полям. На полях под озимую пшеницу было внесено на гектар 160—200 кг азота, 120—140 кг  $P_2O_5$  и 120—170 кг  $K_2O$  действующих начал. Полученные результаты можно обобщить следующим образом:

Наблюдала различия в снижении концентрации отдельных элементов в вегетационный период по сравнению с их содержанием в стадии кущения, которое было значительным за исключением В и Мо. Порядок снижения концентрации был следующим: В, Мо, Р, Zn, Mg, Cu, N, Mn, K, Fe, Ca. Содержание сырой золы снизилось на одну треть, сырого жира — наполовину по сравнению с фазой кущения, в то время как содержание сырой клетчатки со временем увеличилось.

Нет не зависящих от возраста соотношений питательных элементов, даже оптимальные соотношения необходимо связывать со стадиями развития. Следует отметить, что соотношения изменяются в меньшей мере по сравнению с содержанием питательных элементов. Для определения потребности озимой пшеницы в весенней подкормке азотом мы считаем более обоснованным диагноз, базирующийся на соотношениях, а не на оптимальных концентрациях. На примерах показали, что ошибка, происходящая по причине промедления взятия образцов (разбавление), незначительно влияет на оценку данных растительного анализа.

Порядок обеспеченности питательными элементами мест производства пшеницы на основе данных растительного анализа был следующим: удовлетворительная обеспеченность N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, средняя или слабая обеспеченность В и Мо по их соотношениям, отнесенным к элементам Р и К.

*Табл. 1.* Изменение содержания питательных элементов в озимой пшенице за вегетационный период на черноземных почвах, 1978. (Анализ провели в Центре по Защите растений и Агрохимии МСХ и ПП. (1) Свойства: А) Содержание питательных элементов. В) Процентное изменение по сравнению с содержанием в стадии кушения. С) Органические компоненты: а) Сырая зола. б) Сырая клетчатка. с) Сырой жир. (2) Время взятия образцов. (3) Зерно. (4) Солома.

*Табл. 2.* Изменение соотношения основных питательных элементов в озимой пшенице за вегетационный период на черноземной почве, 1978. Обозначения смотри в таблице 1.

*Табл. 3.* Оценка обеспеченности озимой пшеницы питательными элементами на основе их содержания и соотношения в стадии кушения. Обобщенные литературные данные. (1) Питательный элемент. (2) Низкая обеспеченность. (3) Удовлетворительная обеспеченность. (4) Высокая обеспеченность. (5) Ссылки на литературу. \* В верхних листьях в стадии колошения. \*\* Рассчитано и оценено на основе концентрации питательных элементов.

*Табл. 4.* Оценка обеспеченности озимой пшеницы питательными элементами на основе соотношений питательных элементов в стадии кушения. Оптимумы рассчитанные на основе литературных данных и оцененные по оптимальным содержаниям. Обозначения смотри в таблице 3.